

УДК 621.9.06

І.А. Валявський , канд. техн. наук, **І.І. Павленко**, д-р. техн. наук, **В.В. Здоровенко**, ст. гр. ТМ-06

Кіровоградський національний технічний університет

Методика вибору раціональної модульної будови кінематичних ланок верстатів з паралельною кінематикою

В статті розглянуті характеристики основних елементів кінематичних ланок верстатів з паралельною кінематикою та запропоновано методику раціонального вибору модулів кінематичних ланок. **Верстати з паралельною кінематикою, кінематичні ланки механізми лінійний переміщень, модулі кінематичних ланок**

Аналіз структурно-модульної будови, компоновок та конструктивного виконання кінематичних ланок верстатів з паралельною кінематикою показує що вони складаються з незначної кількості модулів (вузлів) конкретного функціонального призначення. Функціональні можливості та технічні характеристики верстатів залежать від раціонального вибору їх структурно-модульної будови, оптимального комплексу складових елементів та компоновки. Основними складовими елементами кінематичних ланок є: механізмами лінійних переміщень, приводи перетворюючі та передавальні механізми.

Механізми лінійних переміщень призначені для зміни довжини кінематичних ланок закріплюються на рухомих елементах кінематичних ланок. Недоліком такого розташування механізмів є те, що вони впливають на рухому масу, внаслідок чого погіршується динамічні характеристики обладнання (швидкість, прискорення та точність позиціонування виконавчого органу). Для зміни координат опорних шарнірів кінематичних ланок відносно напрямних механізм лінійних переміщень закріплюється на нерухомій несучій системі, що значно покращує динамічні характеристики обладнання, але з точки зору компоновки та конструктивного виконання ці механізми аналогічні.

Для зміни координат опорних шарнірів або зміни довжини кінематичних ланок використовують електроприводи лінійних переміщень, пневмо- і гідроприводи, та різні їх конфігурації.

На їх вибір приводу впливають наступні фактори:

4. характер навантажень на виконавчий орган та його складові елементи;
5. кінематичні характеристики (кутові та лінійні переміщення, швидкості, прискорення, задані закони переміщень, виконавчого органу, а також перехідні процеси (розгін та гальмування));
6. кількість координатних переміщень та їх напрямків;
7. умови експлуатації.

За видом виконавчих двигунів, вони підрозділяються на: з двигуном прямолінійного переміщення (гідроциліндри, пневмоциліндри, лінійні електродвигуни), з обертальними двигунами (роторні гідроциліндри, роторні пневмоциліндри, радіально-поршневі гідромотори), з високошвидкісними обертальними двигунами (електродвигуни, аксіально-поршневі гідромотори,

пневмодвигуни), які можуть бути безпосередньо з'єднані з виконавчими органами або з передавальними та перетворюючими механізмами, залежно від функціонального призначення та технічних характеристик верстатів.

Порівняний аналіз наведених приводів показує, що найбільш доцільним є використання електромеханічних приводів, але однозначного рішення щодо переваг того чи іншого типу привода не існує, тому що, кожний привод має особливості, переваги та недоліки, а «універсального» механізму лінійних переміщень, який працює у будь-яких умовах функціонування не існує (він не може мати номінальну потужність та великий пусковий момент і швидкість працюючи довгий час під великим навантаженням).

Для перетворення обертального руху двигуна у лінійні переміщення (зміна координат опорних шарнірів або зміна довжини кінематичної ланки) використовуються: гвинтові, рейкові, ланцюгові, пасові, тросові, зубчасті, черв'ячні та хвильові передачі.

Найбільш поширеними механізмами, які перетворюють обертний рух двигуна у лінійні переміщення є гвинтові передачі, які підрозділяються на: гвинт-гайка ковзання, диференціальні гвинтові передачі, інтегральні гвинтові передачі.

Диференціальна гвинтова передача складається з гвинта, що має дві ділянки різби різного кроку, але одного напрямку, а інтегральна гвинтова передача за конструктивним виконанням аналогічна диференціальній передачі, але має дві ділянки з одним кроком, але різного напрямку (лівими і правими).

У верстатах з паралельною кінематикою застосовують надшвидкісні електромотори з частотою обертання до $150000 \div 200000$ хв⁻¹ (для головного руху). Враховуючи високі швидкості двигунів та низькі робочі швидкості механізмів лінійних переміщень, для їх узгодження слід застосовувати передаточні механізми (редуктори). При незначних передаточних відношеннях (до $i=100$) використовують зубчасті циліндричні передачі, але вони мають значні габаритні розміри та масу порівняно з іншими видами передач. Планетарні та хвильові передачі застосовують при передаточному відношенні $i=50 \div 1000$. Потрібні передачі мають ККД $\eta=0,7 \div 0,98$, що значно більше порівняно з зубчастими циліндричними передачами. Черв'ячні передачі займають проміжне положення за характеристиками між зубчастими та хвильовими перевагами.

Проектування кінематичних ланок подібного обладнання починається з розробки його структурно-модульної будови.

Схема модульної будови кінематичної ланки постійної довжини не передбачає у своєму складі механізм лінійних переміщень, тому що він розташований на нерухомій несучій системі (рис. 1).

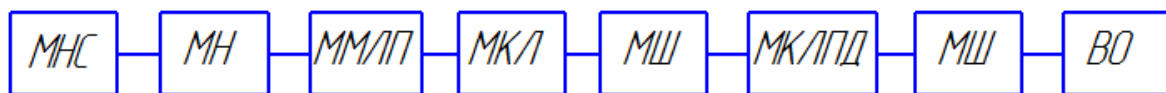


Рисунок 1 – Модульна будова кінематичної ланки постійної довжини

Кінематична ланка змінної довжини має механізм лінійних переміщень, тому її компоновальна схема модульної будови має досить складне виконання (рис. 2).

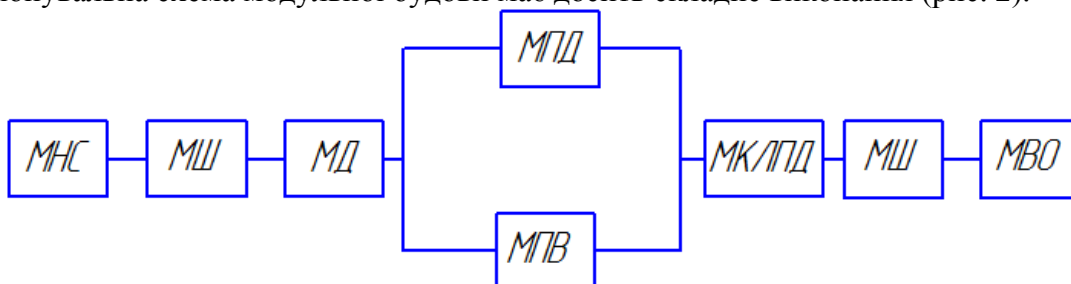


Рисунок 2 – Модульна будова кінематичної ланки змінної довжини

На наведених схемах прийняті наступні позначення: МНС – модуль несучої системи, МН – модуль напрямних, ММЛП – механізму лінійних переміщень, МШ – модуль опорних шарнірів, МКЛПД – модуль кінематичних ланок постійної довжини, МВО – модуль виконавчого органу, МД – модуль джерела енергії, МПД – модуль передавального механізму, МПВ – модуль перетворюючого механізму.

Таким чином, проектування кінематичних ланок технологічного обладнання починається з розробки раціональної компоувальної схеми структурно-модульної будови, яка залежить від технологічних та функціональних можливостей верстату.

На вибір раціонального комплекту складових модулів кінематичних ланок впливають наступні чинники: компоувальна схема верстатів, номенклатура деталей, розташування та габаритні розміри поверхонь деталей відносно системи координат обладнання, мінімальна та максимальна величина координатних переміщень виконавчого органу, величина навантаження кінематичних ланок під час функціонування обладнання. Вибір раціональної компоувки обладнання та структурно-модульної будови його кінематичних ланок можна реалізувати згідно запропонованої методики (таблиця 1).

Таблиця 1 - Вибір комплекту модулів кінематичних ланок верстатів з паралельною кінематикою

Джерело енергії та вид приводу	Напрявні	Передавальний механізм	Перетворюючий механізм	Опорні шарніри	Кінематичні ланки
1	2	3	4	5	6
Пневмопривод лінійний	Ковзання	Зубчастий	Гвинт-гайка ковзання	Сферичний ковзання	Стержнева система
Пневмопривод роторний	Кочення	Черв'ячний	Гвинт-гайка кочення	Сферичний кочення	Паралелограмний механізм
Гідропривід радіально-поршневий	Гідро-статичні	Планетарний	Рейково-зубчаста	Універсальний (кардан) ковзання	З двох шарнірно зв'язаних пластин
Гідропривід аксіально-поршневий		Хвильовий зубчастий	Гвинт-рейка Диференціальна гвинтова	Універсальний (кардан) кочення	Телескопічні ланки
Електродвигун постійного току		Зубчато-пасовий	Інтегральна гвинтова	Універсальний сферичний	
Електродвигун асинхронний		Тросовий	Пасова	Комбінований	
Електродвигун кроковий			Хвильова гвинтова	Спеціальний	

Застосовуючи запропоновану методику можна визначити оптимальну модульну будову кінематичної ланки верстату з паралельною кінематикою залежно від технологічних та функціональних задач, які висуваються при його проектуванні.

Список літератури

1. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Навчальний посібник для ВНЗ. / [Крижанівський В.А., Кузнецов Ю.М., Валявський І.А., Склярів Р.А.]. – Кіровоград, 2004. – 449 с.

Одержано 30.03.11